

**Family list**

2 family member for:

**JP8036145**

Derived from 1 application.

[Back to JP](#)

**1 OPTICAL FILTER AND STEREOSCOPIC DISPLAY DEVICE USING THE SAME**

Publication Info: **JP2919759B2 B2** - 1999-07-19

**JP8036145 A** - 1996-02-06

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

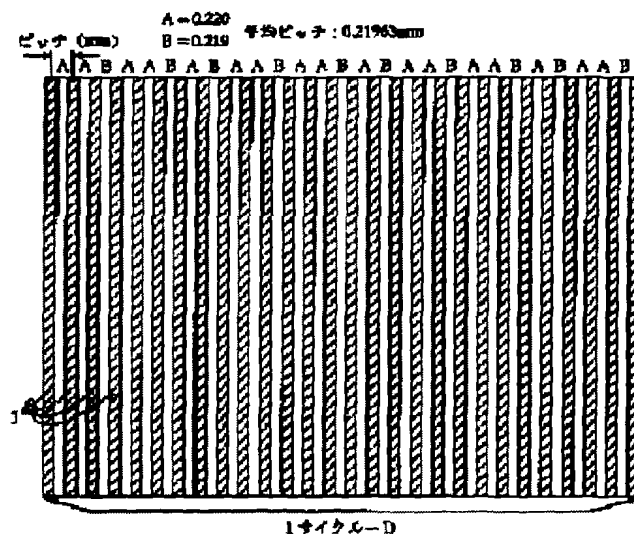
## OPTICAL FILTER AND STEREOSCOPIC DISPLAY DEVICE USING THE SAME

**Publication number:** JP8036145  
**Publication date:** 1996-02-06  
**Inventor:** MASUTANI TAKESHI; HAMAGISHI GORO  
**Applicant:** SANYO ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- international: G02B27/22; G02B27/22; (IPC1-7): G02B27/22  
- european:  
**Application number:** JP19940285731 19941118  
**Priority number(s):** JP19940285731 19941118; JP19940104162 19940518

Report a data error here

## Abstract of JP8036145

**PURPOSE:**To enable stereoscopic viewing of small pixel pitches as well by forming barriers in such a manner that barrier pitches are irregular and that the average barrier pitch attains the ideal barrier pitch calculated from an inter-eye distance and pixel pitches. **CONSTITUTION:**The parallax barrier is formed by dividing the entire part into vertical stripe-like plural cycles D. The barriers (painted out parts) 1 where two kinds of the barrier pitches A, B are made to randomly coexist are formed in the respective cycles D. The barriers 1 are so formed that the average barrier pitches of the respective cycles D attain the ideal barrier pitch B calculated from the inter-eye distance E and the pixel pitches. Such barriers 1 are formed by procedures of applying a high-resolution photosensitive emulsion on a glass substrate, irradiating the barrier forming parts with a laser beam by using the conventional laser device and blackening the parts and removing the high-resolution photosensitive emulsion of the parts which are not blackened.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-36145

(43) 公開日 平成8年(1996)2月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 27/22

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平6-285731

(22) 出願日 平成6年(1994)11月18日

(31) 優先権主張番号 特願平6-104162

(32) 優先日 平6(1994)5月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 増谷 健

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 濱岸 五郎

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

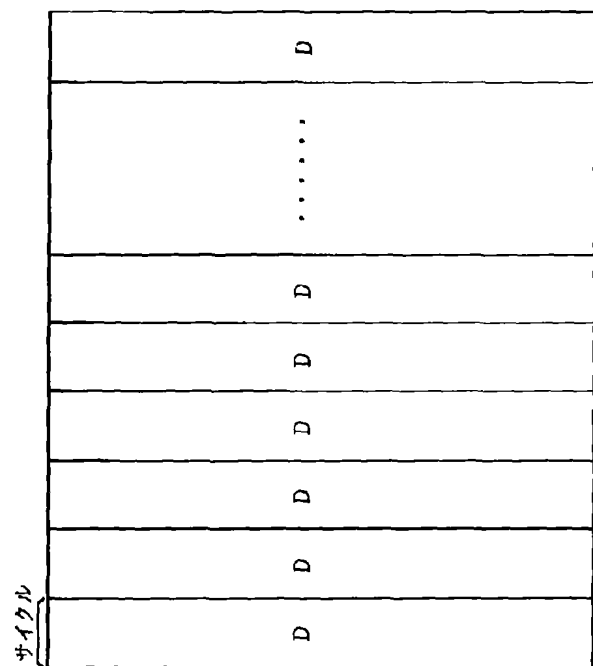
(74) 代理人 弁理士 島居 洋

(54) 【発明の名称】 光学フィルタ及びこれを用いる立体表示装置

(57) 【要約】

【目的】 従来の製造装置を用いて製造されるにもかかわらず、小さい画素ピッチでも立体視が可能になるようにした光学フィルタ及びこれを用いた直視型眼鏡無し立体表示装置を提供することを目的とする。

【構成】 全体を縦縞状の複数のサイクルDに分割し、各サイクルDの平均バリアピッチA・Bが不均一で、かつ、各サイクルDの平均バリアピッチが眼間距離及び画素ピッチから演算された理想バリアピッチとなるようにバリア1を形成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 微小な幅の複数の開口部が格子状に並んで設けられた光学フィルタであって、開口部のピッチが不均一で、且つ、当該開口部のピッチの平均が観察者の眼間距離及び映像表示画面の画素ピッチから演算された理想値となるように開口部が形成されることを特徴とする光学フィルタ。

【請求項2】 前記開口部のピッチを前記映像表示画面の画素からの光を観察者の瞳の中に集まるように設定したことを特徴とする光学フィルタ。

【請求項3】 全体を縦縞状の複数のサイクルに分割し、各サイクルにおける開口部のピッチを不均一としたことを特徴とする請求項1又は2に記載の光学フィルタ。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかに記載の光学フィルタをパララックスバリアとして用い、発光型又は透過型の画像形成装置の観察者側に配置したことを特徴とする立体表示装置。

【請求項5】 請求項1ないし3のいずれかに記載の光学フィルタを透過型の画像形成装置の光源側に配置し、上記光学フィルタの開口部より光源からの光を透過し、画像形成装置の左眼用の画素を透過した光と右眼用の画素を透過した光とが分離された状態で観察者側に出力される立体画像表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、パララックスバリアのような光学フィルタ及びこれを用いる直視型眼鏡無し立体表示装置に関し、従来の製造装置を用いて製造されるにもかかわらず、小さい画素ピッチでも立体視が可能になるようにした光学フィルタ及びこれを用いる立体表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図1の説明図に示すように、眼鏡無し立体表示装置に用いられるパララックスバリアのバリアピッチBは眼間距離E及び画像の画素ピッチPとによって、次の数式1に従って求めることができる。

## 【0003】

【数1】  $B = 2PE / (P + E)$

【0004】また、逆に、バリアピッチBと画素ピッチPとから次の数式2に従って眼間距離を求めることができる。

## 【0005】

【数2】  $E = BP / (2P - B)$

【0006】眼間距離Eは一般に6.5mmが理想とされ、直視型眼鏡無し立体表示装置の画素ピッチPを0.11mmとすると、理想バリアピッチBは数式1によって0.219628...mmとなり、図2に示すように、画素ピッチを0.110mm、画面-バリア間距離（空気置換距離）を0.85mm、バリアピッチ0.219

6.28...mmとして、左右それぞれ1000画素に付いて左右の収束点近傍の破線で囲んだ部分における光線を1/14に間引きしてその分布をシミュレーションによって求めたところ、図3に示すように、理想眼間距離に等しい6.5mmを置いた2つの収束点a・bが現れる。

【0007】ところで、パララックスバリアの製造方法としては、レーザを利用する方法と印刷技術を利用する方法とがあり、レーザを利用する方法は、ガラス基板上に高解像感光乳剤を膜厚2~3μmにわたって塗布し、バリア形成部分にレーザビームを照射して黒化させ、黒化していない部分の高解像感光乳剤を除去するという手順が採られる。上記レーザビームのスポット径は0.002mm程度であり、その照射位置は0.001mm（1μm）、あるいは0.0001mm（0.1μm）単位で制御できるようにしてある。又、印刷技術を利用する方法では、プリント配線板における導体の印刷と同様の手法が用いられ、0.01mm（10μm）程度の精度でバリアを形成できる。

【0008】投射型眼鏡無し立体表示装置の場合には投射距離を変化させることにより画素ピッチをバリアピッチに適合する大きさに調整することによって立体視が可能になり、印刷を用いる方法で安価に製造されたパララックスバリアを用いることができる。これに対して、直視型眼鏡無し立体表示装置の場合には画素ピッチが固定されているので、その画素ピッチに適合するバリアピッチを有するパララックスバリアが必要になる。

【0009】しかし、画面が小さい直視型眼鏡無し立体表示装置の場合には、画素ピッチが小さく、理想バリアピッチを有するパララックスバリアを形成することが困難である。

【0010】例えば、レーザを用いる方法では、照射位置の制御が1μm単位である場合、画素ピッチ0.11mmの画面に適合する0.21963mmの等バリアピッチのパララックスバリアを形成しようとしても、バリアピッチが理想値よりも大きい0.220mmのパララックスバリアか、バリアピッチが理想値よりも小さい0.219mmのパララックスバリアしか作れず、数式2によって眼間距離Eを演算すれば、無限大か、24.9mmとなり、立体視ができない。

【0011】レーザの照射位置を0.1μm単位で制御してパララックスバリアを製造する場合には、図4に示す0.2196mmの等バリアピッチを有するパララックスバリアを形成することができるが、この場合、パララックスバリアの製造コストが著しく高い上、数式2によって演算した眼間距離Eが約60mmとなる。又、画素ピッチを0.110mm、画面-バリア間距離を0.85mm、バリアピッチ0.2196mmとして、左右それぞれ1000画素に付いて左右の収束点近傍の図2の破線で囲んだ部分における光線を1/14に間引きしてその分布をシミュレーションによって求めたとこ

ろ、図5に示すように、理想的な収束点 $a \cdot b$ から収束点 $a' \cdot b'$ がかなりずれることが分かる。

【0012】更に理想値に近い0.21963mmのバリアピッチを有するパララックスバリアを作ることができれば、数式2によって逆算した眼間距離 $E$ は65.3mmとなり、図6に示すように収束点 $a' \cdot b'$ は理想的な収束点 $a \cdot b$ にずっと近くなり、視覚上は理想バリアピッチを有するパララックスバリアと同等の立体視が可能になる。しかしながら、このように高精細なパララックスバリアを作る技術はいままでのところないのである。

【0013】また、上記パララックスバリア方式と同様の作用で視差を生じさせて立体画像を得る方式として、光源をスリット光源化させる方式が知られている。即ち、ストライプ状の光源を形成させることによって左眼と右眼に入射する光を分離する方法である。この方法を用いた立体表示装置は、例えば図7に示すように、映像表示画面となる液晶表示装置10と、平面光源11と、ストライプ状光源を得るための光学フィルタ12とにより構成される。上記液晶表示装置10は、2眼式の場合、水平方向の画素を一つおきに左眼画像と右眼画像とに割り当てて、左眼用画像信号及び右眼用画像信号で各々駆動される。また、光学フィルタ12は、液晶表示装置の縦画素列に平行で微小幅の複数の開口部（スリット）12aを有しており、平面光源11の光照射側、即ち、平面光源11と液晶表示装置10との間に配置される。この光学フィルタ12は、平面光源11の光をストライプ状にさえぎっており、液晶表示装置10の左眼用画素（L）を通過する光は左眼のみに達し、右眼用画素（R）を通過する光は右眼のみに達することにより、立体視が行える。

【0014】上記の光源と液晶表示装置との間に上記光学フィルタを配置して立体映像を得る眼鏡無し立体表示装置においては、図7に示すように、光学フィルタ12のスリット12a間のピッチ $S$ は眼間距離 $E$ 及び画像の画素ピッチ $P$ とによって、次の数式3に従って求めることができる。

【0015】

$$\text{【数3】 } S = 2PE / (E - P)$$

【0016】また、逆に、スリット12a間のピッチ $S$ と画素ピッチ $P$ とから次の数式4に従って眼間距離を求めることができる。

【0017】

$$\text{【数4】 } E = SP / (S - 2P)$$

【0018】前述したように、眼間距離は一般に65mmが理想とされ、上記の液晶表示装置10の画素ピッチ $P$ を0.11mmとすると、理想の光学フィルタ12のスリット間ピッチ $S$ は数式3によって、0.220372...mmとなる。

【0019】この光学フィルタにおいても、前述したパ

ララックスバリアと同様に、その作成に関して同様の問題が発生する。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、これまでのところ、理想条件を満たすパララックスバリア方式の直視型眼鏡無し立体表示装置は理論的には可能であっても、製造技術や価格的な問題で実用性がないと考えられているのである。

【0021】同様に、理想条件を満たすスリット光源化方式の直視型眼鏡無し立体表示装置においても理論的には可能であっても、製造技術や価格的な問題で実用性がないと考えられている。

【0022】この発明は、上記の事情を鑑みてなされたものであり、従来の製造装置を用いて製造されるにもかかわらず、小さい画素ピッチでも立体視が可能になるようにした光学フィルタ及びこれを用いる直視型眼鏡無し立体表示装置を提供することを目的とするものである。

【0023】

【課題を解決するための手段】この発明に係る光学フィルタは、上記目的を達成するため、開口部のピッチが不均一で、且つ、当該開口部のピッチの平均が観察者の眼間距離及び映像表示画面の画素ピッチから演算された理想値となるように開口部を形成したことを特徴とする。

【0024】更に、この発明の光学フィルタは、全体を縦縞状の複数のサイクルに分割し、各サイクルにおける開口部のピッチを不均一にするように形成したことを特徴とする。

【0025】又、この発明の立体表示装置は、上記この発明に係る光学フィルタを画像形成装置の前面又は画像形成装置と光源との間に配置したことを特徴とする。

【0026】

【作用】この発明の光学フィルタをパララックスバリア方式のバリアに用いれば、画面の画素から各開口部を透過した光は、理想バリアピッチの場合と同様に理想眼間距離とほぼ同じ間隔の2つの収束点にほとんど収束し、観察者の瞳の中に集めることができる。そして、肉眼視においてはバリアピッチのばらつきは無視され、理想バリアピッチのパララックスバリアを用いる場合と同様の立体感が視覚される。

【0027】この発明の光学フィルタにおいて、開口部の間隔、即ち、バリアピッチは不均一であればよいので、従来の製造装置で形成できるバリアピッチを混在させることができる。

【0028】また、全体を縦縞状の複数のサイクルに分割し、各サイクルにおける開口部のピッチを不均一にしたこの発明の光学フィルタをパララックスバリア方式のバリアに用いても、前述と同様に、画面の画素から各開口部を透過した光は、理想バリアピッチの場合と同様に理想眼間距離とほぼ同じ間隔の2つの収束点にほとんど収束し、肉眼視においては各サイクル内でのバリアピッチ

のばらつきは無視され、理想バリアピッチのパララックスバリアを用いる場合と同様の立体感が視覚される。

【0029】そして、上記の光学フィルタにおいて、各サイクル内の開口部の間隔、即ち、バリアピッチは不均一であればよいので、前述と同様に従来の製造装置で形成できるバリアピッチを混在させることができる。

【0030】又、各サイクル内のバリアピッチは不均一であればよいので、バリアピッチの種類は複数種類であればよく、3種類以上のバリアピッチを各サイクル内に混在させてもよい。しかし、製造装置の制御を簡単にするために2種類、例えば理想値よりも大きく、最も理想値に近い製造可能なバリアピッチと、理想値よりも小さく最も理想値に近い製造可能なピッチとの2種類のピッチを組み合わせることが好ましい。

【0031】このように2種類のバリアピッチを各サイクルに混在させる場合には、いわゆる鶴亀算によって簡単にその混合割合を演算することができ、例えば、0.1  $\mu$ m単位で照射位置を制御するレーザを利用する製造方法では、理想値0.219628mmよりも大きい0.2197mmと理想値よりも小さい0.2196mmとのバリアピッチを7:18の割合でランダムに混ぜて配置すれば平均バリアピッチ0.219628mmのパララックスバリアとして用いる光学フィルタを製造することができる。

【0032】又、1  $\mu$ m単位で照射位置を制御するレーザを使用する製造方法によって、0.220mmと0.219mmのバリアピッチを適当な割合（例えば17:10 $\approx$ 63:37）でランダムに混ぜて配列すれば平均バリアピッチ0.21963mmのパララックスバリアを製造することができる。印刷を利用する製造方法においては0.22mmと0.21mmのバリアピッチを26:1（ $\approx$ 963:37）で混ぜれば平均バリアピッチが0.21963mmとなる。

【0033】つまり、現在使用されている製造装置をそのまま利用して、平均バリアピッチが理想値と同じパララックスバリアとして用いることができる光学フィルタを作ることができるので、コストアップを伴わずにパララックスバリアを用いる直視型立体表示装置を得ることができるのである。

【0034】なお、光源と液晶表示画面との間に配置し、光源をスリット光源化する光学フィルタに関しても同様に理想的な平均バリアピッチが得られ、スリット光源化方式を用いた直視型立体表示装置を得ることができる。

【0035】

【実施例】この発明の光学フィルタをパララックスバリアとして用いた一実施例を図面に基づいて具体的に説明すれば以下の通りである。

【0036】図8に示すように、この発明の第1の実施例に係るパララックスバリアは、全体を縦縞状の複数の

サイクルDに分割し、図9に示すように、各サイクルDでは2種類のバリアピッチA・Bをランダムに混在させたバリア（塗潰部分）1が形成されている。又、各サイクルDの平均バリアピッチは眼間距離E（65mm）及び画素ピッチP（ここでは、0.11mm）から演算された理想バリアピッチB（0.21963mm）となるようにバリア1が形成されている。

【0037】このバリア1は、ガラス基板上に高解像感光乳剤を膜厚2 $\sim$ 3  $\mu$ mにわたって塗布し、バリア形成部分に従来のレーザ装置を用いてレーザビームを照射して黒化させ、黒化していない部分の高解像感光乳剤を除去するという手順で形成される。この製法において、レーザビームの照射位置を0.1  $\mu$ m単位で制御すればより高精細にバリア1を形成することができるが、この実施例では、特に安価にパララックスバリアを形成するため、照射位置を1  $\mu$ m単位で制御している。

【0038】各サイクルD内のバリアピッチは複数種類であればよく、3種類以上のバリアピッチを各サイクル内に混在させてもよい。しかし、この実施例ではレーザ装置の制御を簡単にするために2種類、例えば理想値よりも大きく、かつ、最も理想値に近い製造可能なバリアピッチA（ここでは、0.220mm）と、理想値よりも小さく、かつ、最も理想値に近い製造可能なバリアピッチB（ここでは、0.219）との2種類のピッチを組み合わせている。

【0039】このように2種類のバリアピッチA・Bを各サイクルに混在させる場合には、いわゆる鶴亀算によって簡単にその混合割合を演算することができ、例えば0.220mmと0.219mmのバリアピッチA・Bをその演算結果（63:37）あるいはそれに近似する割合（例えば17:10）でランダムに混ぜて配列すれば平均バリアピッチ0.21963mmのパララックスバリアを製造することができる。

【0040】ここで、バリアピッチA・Bの混合割合いを鶴亀算の演算結果（63:37）にすることも可能であるが、この実施例では、平均バリアピッチの理想バリアピッチからの偏差を実質的に無視できる範囲内で、各サイクルDの水平幅を小さくすることによりサイクル数を多くして高画質の立体視を得るために、0.220mmと0.219mmとの2種類のバリアピッチA・BをA:B=17:10で混在させて、平均バリアピッチ0.21963mm、1サイクルの水平長さ5.93mmのパララックスバリアを得ているのである。

【0041】今、図9に示すように0.220mmと0.219mmの2種類のバリアピッチA・Bを17:10の割合でランダムに混在させたパララックスバリアについて、画素ピッチを0.110mm、画面ーバリア間距離（空気置換距離）を0.85mmとして、左右それぞれ1000画素に付いて左右の収束点近傍の光線の分布を1/14に間引きしてシミュレーションによって

求めたところ、図10に示すように収束点a・b間距離がほぼ65mmとなり、理想値の等バリアピッチを有するパララックスバリアと同様の機能を有することが確認できた。

【0042】このパララックスバリアを画素ピッチ0.11mmの液晶パネルからなる画面の前面に画面から0.85mm隔てた位置に配置し、画面に1画素交替に左右視点の異なる画像を形成してパララックスバリアの前方約502mmから直視観察したところ立体感のある高画質の画像を観察することができた。

【0043】又、上記の実施例においては、照射位置を1μm単位で制御できるレーザ装置を用いる方法でパララックスバリアが形成されているが、照射位置が0.1μm単位で制御できる装置を用いれば、理想値0.219628mmよりも大きい0.2197mmと理想値よりも小さい0.2196mmとの2種類のバリアピッチを7:18の割合でランダムに混ぜて配置することにより、平均バリアピッチ0.219628mmのパララックスバリアを製造することも可能である。この場合には、1サイクルの水平長さは5.49mmとなる。印刷技術を用いる場合も同じ様に、0.22mmと0.21mmのバリアピッチを26:1で混ぜれば平均バリアピッチ0.21963mm、1サイクルの水平長さ5.93mmのパララックスバリアとなる。

【0044】図10に示すこの発明の第2の実施例に係るパララックスバリアは、全体を縦縞状の複数のサイクルDに分割し、各サイクルDでは3種類のバリアピッチA・B・Cをランダムに混在させたバリア（塗潰部分）1が形成されている。又、各サイクルDの平均バリアピッチは眼間距離E（65mm）及び画素ピッチP（こ

こでは、0.11mm）から演算された理想バリアピッチB（0.21963mm）となるようにバリア1が形成されている。

【0045】上記の実施例においては、照射位置が0.1μm単位で制御できる装置を用いて、図11に示すように、1サイクルDあたり理想値0.21963mmよりも小さい0.2195mm（バリアピッチA）、0.2196mm（バリアピッチB）と理想値より大きい0.2197mm（バリアピッチC）との3種類のバリアピッチをランダムに混ぜて、各バリアの本数配置することにより、平均バリアピッチ0.21963mmのパララックスバリアを製造することができる。図11に示す実施例においては、3サイクルに対してバリアピッチAの部分が9カ所、バリアピッチBの部分が3カ所、バリアピッチCの部分が18カ所になるようにバリアピッチをランダムに混在させてバリアを30本配置している。

【0046】上記した各実施例は、全体を縦縞状の複数のサイクルDに分割し、各サイクルDでは複数種類のバリアピッチをランダムに混在させたバリアを形成し、各

サイクルDの平均バリアピッチを眼間距離E及び画素ピッチPから演算された理想バリアピッチBとなるように形成している。図12及び図13に示す実施例は、全体を縦縞状の複数のサイクルに分割せずに、複数種類のバリアピッチで全体にランダムに混在させたものである。

【0047】図12に示すこの発明の第3の実施例のものは、理想値0.21963mmよりも小さい、0.2196mm（バリアピッチB）と理想値より大きい0.2197mm（バリアピッチC）との2種類のバリアピッチをサイクル状ではなくランダムに混在させて、各バリアの本数を配置することにより、平均バリアピッチ0.21963mmのパララックスバリアを形成している。

【0048】図13に示すこの発明の第4のものは、理想値0.21963mmよりも小さい0.2195mm（バリアピッチA）、0.2196mm（バリアピッチB）と理想値より大きい0.2197mm（バリアピッチC）との3種類のバリアピッチを同じくサイクル状ではなくランダムに混在させて、各バリアの本数配置することにより、平均バリアピッチ0.21963mmのパララックスバリアを形成している。

【0049】ところで、図14（a）に示すように、映像表示画面となる液晶表示装置10と、平面光源11と、液晶表示装置10の左眼用画像と右眼用画像を分離するための光学フィルタ（パララックスバリア）12とで構成される立体表示装置において、光学フィルタ（パララックスバリア）12のバリアピッチを理想バリアピッチにすることにより、液晶表示装置10からの光線は理想眼間距離に等しい65mmを置いた2つの点に収束する。しかし、立体視を可能にするためには、完全に2つの点に収束しなくても、図14（b）に示すように、瞳の直径の中、例えば、直径5mm以内に液晶表示装置10からの光線がはいるように、光学フィルタ12のバリアピッチを設計すれば、立体視を得ることができる。従って、下記数式5を満足するように、バリアピッチを設計することにより、立体視が行える光学フィルタ12が得られる。

【0050】

$$\text{【数5】 } X = (A \times m_1 + B \times m_2 + C \times m_3 + \dots N \times m_n) / (m_1 + m_2 + m_3 + \dots m_n)$$

ここで、A、B、C、…N：バリアピッチ

$m_1$ ：バリアピッチAのバリアの本数

$m_2$ ：バリアピッチBのバリアの本数

・

・

$m_n$ ：バリアピッチNのバリアの本数

X＝バリアピッチの理想値

【0051】このように、上記数式5により、バリアピッチの理想値に応じて各バリアピッチと本数を設定することにより、立体視が行える光学フィルタ（パララック

スバリア)を形成することができる。

【0052】上述した実施例では、この発明の光学フィルタをパララックスバリアとして用いているので、光学フィルタを液晶パネルからなる画面の前面に配置しているが、光学フィルタを光源と液晶パネルとの間に配置し、光学フィルタのスリット及び液晶パネルを透過した光を観察する直視型眼鏡無し立体表示装置にもこの発明を適用することは可能である。このスリット光源化方式に用いる光学フィルタは、前述した図8に示すパララックスバリアと同様に形成すればよいが、方式の違いにより、理想とするスリット間ピッチがパララックスバリアとは多少相違する。

【0053】前述したように、スリット光源化方式に用いる光学フィルタのスリット間ピッチSは(0.22037mm)である。従って、光学フィルタは、全体を縦縞状の複数のサイクルDに分割し、各サイクルDでは2種類のスリット間ピッチをランダムに混在させるように、バリアを形成すればよい。

【0054】図8に示す実施例と同様に、この発明の第5の実施例に係る光学フィルタは、全体を縦縞状の複数のサイクルDに分割し、図15に示すように、各サイクルDでは2種類のバリアピッチA・Bをランダムに混在させたバリア(塗潰部分)2が形成されている。又、各サイクルDの平均バリアピッチは眼間距離E(65mm)及び画素ピッチP(ここでは、0.11mm)から演算された理想スリット間ピッチS(0.22037mm)となるように決められ、このバリアピッチに従いバリア2が形成されている。

【0055】このバリア2は、前述の実施例と同様にガラス基板上に高解像感光乳剤を膜厚2~3 $\mu$ mにわたって塗布し、バリア形成部分に従来のレーザ装置を用いてレーザビームを照射して黒化させ、黒化していない部分の高解像感光乳剤を除去するという手順で形成される。この製法において、レーザビームの照射位置を0.1 $\mu$ m単位で制御すればより高精細にバリア2を形成することができるが、この実施例では、特に安価に光学フィルタを形成するため、照射位置を1 $\mu$ m単位で制御している。

【0056】各サイクルD内のバリアピッチは複数種類あればよく、3種類以上のバリアピッチを各サイクル内に混在させてもよい。しかし、この実施例ではレーザ装置の制御を簡単にするために2種類、例えば理想値よりも大きく、かつ、最も理想値に近い製造可能なバリアピッチA(ここでは、0.221mm)と、理想値よりも小さく、かつ、最も理想値に近い製造可能なバリアピッチB(ここでは、0.220)との2種類のピッチを組み合わせている。

【0057】このように2種類のバリアピッチA・Bを各サイクルに混在させる場合には、いわゆる鶴亀算によって簡単にその混合割合を演算することができ、例えば

0.221mmと0.220mmのバリアピッチA・Bをその演算結果(37:63)あるいはそれに近似する割合(例えば10:17)でランダムに混ぜて配列すれば平均バリアピッチ0.22037mmの光学フィルタを製造することができる。

【0058】ここで、バリアピッチA・Bの混合割合を鶴亀算の演算結果(37:63)にすることも可能であるが、この実施例では、平均バリアピッチの理想バリアピッチからの偏差を実質的に無視できる範囲内で、各サイクルDの水平幅を小さくすることによりサイクル数を多くして高画質の立体視を得るために、0.221mmと0.221mmとの2種類のバリアピッチA・BをA:B $\approx$ 10:17で混在させて、平均バリアピッチ0.22037mm、1サイクルの水平長さ5.95mmの光学フィルタを得ているのである。

【0059】今、図15に示すように0.221mmと0.220mmの2種類のバリアピッチA・Bを10:17の割合でランダムに混在させた光学フィルタについて、画素ピッチを0.110mm、画面-バリア間距離(空気置換距離)を0.85mmとして、左右それぞれ1000画素に付いて左右の収束点近傍の光線の分布を1/14に間引きしてシミュレーションによって求めたところ、図16に示すように収束点a・b間距離がほぼ65mmとなり、理想値の等スリット間ピッチ(バリアピッチ)を有する光学フィルタと同様の機能を有することが確認できた。

【0060】この光学フィルタを画素ピッチ0.11mmの液晶パネルと光源の間に配置し、画面に1画素交替に左右視点の異なる画像を形成して液晶パネルの前方約501mmから直視観察したところ立体感のある高画質の画像を観察することができた。

【0061】又、上記の実施例においては、照射位置を1 $\mu$ m単位で制御できるレーザ装置を用いる方法でパララックスバリアが形成されているが、照射位置が0.1 $\mu$ m単位で制御できる装置を用いれば、理想値0.220372mmよりも大きい0.2204mmと理想値よりも小さい0.2203mmとの2種類のバリアピッチを18:7の割合でランダムに混ぜて配置することにより、平均バリアピッチ0.223072mmの光学フィルタを製造することも可能である。この場合には、1サイクルの水平長さは5.51mmとなる。印刷技術を用いる場合も同じ様に、0.23mmと0.22mmのバリアピッチを1:26で混ぜれば平均バリアピッチ0.22037mm、1サイクルの水平長さ5.95mmの光学フィルタとなる。

【0062】図17に示すこの発明の第6の実施例に係る光学フィルタは、全体を縦縞状の複数のサイクルCに分割し、各サイクルCでは3種類のバリアピッチA・B・Cをランダムに混在させたバリア(塗潰部分)1が形成されている。又、各サイクルCの平均バリアピッチは



眼間距離E(65mm)及び画素ピッチP(ここでは、0.11mm)から演算された理想バリアピッチB(0.22037mm)となるようにバリア1が形成されている。

【0063】上記の実施例においては、照射位置が0.1μm単位で制御できる装置を用いて、図17に示すように、1サイクルCあたり理想値0.22037mmよりも大きい0.2205mm(バリアピッチA)、0.2204mm(バリアピッチB)と理想値より小さい0.2203mm(バリアピッチC)との3種類のバリアピッチをランダムに混ぜて、各バリアの本数配置することにより、平均バリアピッチ0.21963mmの光学フィルタを製造することができる。図17に示す実施例においては、3サイクルに対してバリアピッチAの部分が9カ所、バリアピッチBの部分が3カ所、バリアピッチCの部分が18カ所になるようにバリアピッチをランダムに混ぜてバリアを30本配置している。

【0064】上記した各実施例は、全体を縦縞状の複数のサイクルCに分割し、各サイクルCでは複数種類のバリアピッチをランダムに混在させたバリアを形成し、各サイクルCの平均バリアピッチを眼間距離E及び画素ピッチPから演算された理想バリアピッチBとなるように形成している。図18及び図19に示す実施例は、全体を縦縞状の複数のサイクルに分割せずに、複数種類のバリアピッチで全体にランダムに混在させたものである。

【0065】図18に示す第7の実施例のものは、理想値0.22037mmよりも大きい、0.2204mm(バリアピッチB)と理想値より小さい0.2203mm(バリアピッチC)との2種類のバリアピッチをサイクル状ではなくランダムに混在させて、各バリアの本数を配置することにより、平均バリアピッチ0.22037mmのパララックスバリアを形成している。

【0066】図19に示す第8の実施例のものは、理想値0.22037mmよりも大きい0.2205mm(バリアピッチA)、0.2204mm(バリアピッチB)と理想値より小さい0.2203mm(バリアピッチC)との3種類のバリアピッチを同じくサイクル状ではなくランダムに混在させて、各バリアの本数配置することにより、平均バリアピッチ0.22037mmのパララックスバリアを形成している。

【0067】この実施例においても、前述と同様に、瞳の直径の中に液晶表示装置10からの光線がはいるように、光学フィルタ12のバリアピッチを設計すれば、立体視を得ることができる。従って、上記数式5を満足するように、バリアピッチの理想値に応じて各バリアピッチと本数を設定することにより、立体視が行える光学フィルタを形成することができる。

【0068】また、この発明は、以上のように2種類の映像を分離するための光学フィルタの場合だけでなく、3種類以上の映像を分離するような、多眼式のメガネな

し立体表示装置における光学フィルタの場合にも同様に適用することができる。

【0069】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明の光学フィルタは、スリット間ピッチ、即ち、バリアピッチが不均一で、かつ、平均バリアピッチが眼間距離及び画素ピッチから演算された理想バリアピッチとなるようにバリアを形成しているので、画面の画素から各バリアの間を透過した光は、観察者の瞳の中に集めることができるとともに、肉眼視においては各サイクル内でのバリアピッチのばらつきは無視され、理想バリアピッチの光学フィルタを用いる場合と同様の立体感が視覚される。

【0070】しかも、この発明の光学フィルタにおいては、バリアピッチは不均一であればよいので、従来の製造装置で形成できるバリアピッチを混在させることができ、従来の印刷技術を利用する方法やレーザ光線を利用する方法を用いて理想的な等バリアピッチを有する光学フィルタと同等の機能を有する光学フィルタを作ることができ、コストダウンを図る上で著しく有利になる。

【0071】特に、この発明の光学フィルタにおいて、バリアピッチを1μm単位の精度で形成する場合には、レーザ光線による製法に比べて格段に安価な印刷技術を利用する方法を用いて理想バリアピッチの光学フィルタと同等の機能を有する光学フィルタを作ることができ、コストダウンを図る上で一層有利になる。

【0072】また、全体を縦縞状の複数のサイクルに分割し、各サイクルにおけるスリット間ピッチ、即ち、バリアピッチが不均一で、かつ、各サイクルの平均バリアピッチが眼間距離及び画素ピッチから演算された理想バリアピッチとなるようにバリアを形成することで、画面の画素から各バリアの間を透過した光は、理想バリアピッチの場合と同様に理想眼間距離とほぼ同じ間隔の2つの収束点にほとんど収束し、肉眼視においては各サイクル内でのバリアピッチのばらつきは無視され、理想バリアピッチの光学フィルタを用いる場合と同様の立体感が視覚される。

【0073】この発明の直視型眼鏡無し立体表示装置は、上記この発明の光学フィルタを画面の前面又は後面に配置するので、画面の画素から各バリアの間を透過した光が、理想バリアピッチの場合と同様に理想眼間距離とほぼ同じ間隔の2つの収束点にほとんど収束し、肉眼視においては各サイクル内でのバリアピッチのばらつきは無視され、理想バリアピッチの光学フィルタを用いる場合と同様の立体感が視覚される。

【0074】又、上記光学フィルタは、従来の印刷技術を利用する方法やレーザ光線を利用する方法を用いて作られるので、コストダウンを図る上で有利であり、特に、印刷技術を利用する方法を用いる場合にはコストダウンを図る上で一層有利になる。なお、光学フィルタを光源と映像表示部との間に配置する立体表示装置とその

光学フィルタに関しても上記と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】パララックスバリア方式の眼間距離、バリアピッチ及び画素ピッチの関係を示す説明図である。

【図 2】収束点近傍の光線分布を求めるシミュレーションの説明図である。

【図 3】理想値の場合のシミュレーションによる収束点近傍の光線分布図である。

【図 4】従来例の要部の拡大正面図である。

【図 5】従来例のシミュレーションによる収束点近傍の光線分布図である。

【図 6】0.01  $\mu$ m 単位の高精度のパララックスバリアのシミュレーションによる収束点近傍の光線分布図である。

【図 7】光学フィルタを光源と映像表示の間に配置する方式における眼間距離、スリットピッチ、及び画素ピッチの関係を示す説明図である。

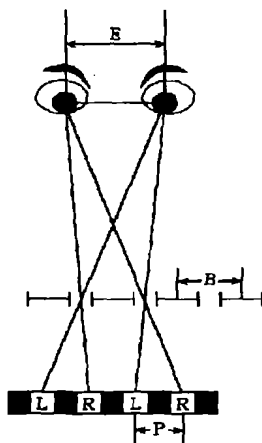
【図 8】この発明の概略正面図である。

【図 9】この発明の光学フィルタをパララックスバリアとして用いた場合の拡大正面図である。

【図 10】この発明の光学フィルタをパララックスバリアとして用いた場合のシミュレーションによる収束点近傍の光線分布図である。

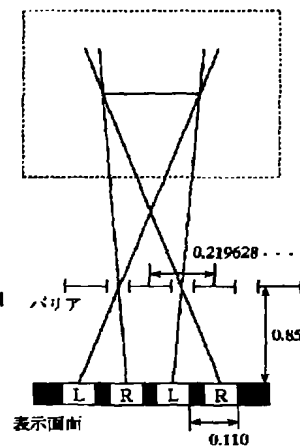
【図 11】この発明の光学フィルタをパララックスバリアとして用いた場合の拡大正面図である。

【図 1】

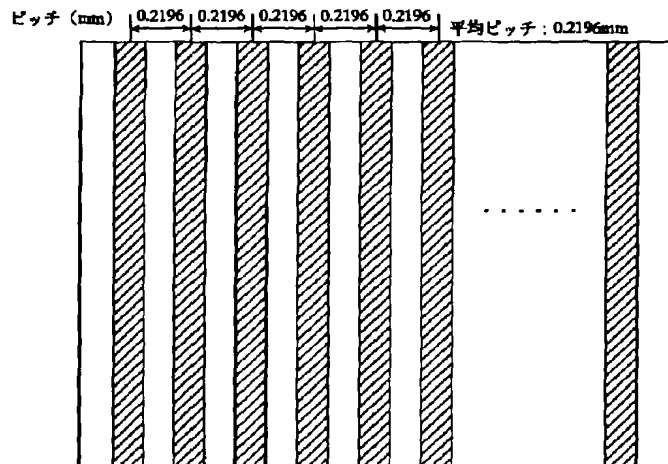


E: 眼間距離  
B: バリアピッチ  
P: 画素ピッチ

【図 2】



【図 4】



【図 12】この発明の光学フィルタをパララックスバリアとして用いた場合の拡大正面図である。

【図 13】この発明の光学フィルタをパララックスバリアとして用いた場合の拡大正面図である。

【図 14】パララックスバリア方式の眼間距離、バリアピッチ及び画素ピッチの関係を示す説明図であり、

(a) は理想のバリアピッチの場合、(b) はこの発明の実施例の場合をそれぞれ示す。

【図 15】この発明の光学フィルタをスリット光源化方式として用いた場合の拡大正面図である。

【図 16】この発明の光学フィルタをスリット光源化方式として用いた場合のシミュレーションによる収束点近傍の光線分布図である。

【図 17】この発明の光学フィルタをスリット光源化方式として用いた場合の拡大正面図である。

【図 18】この発明の光学フィルタをスリット光源化方式として用いた場合の拡大正面図である。

【図 19】この発明の光学フィルタをスリット光源化方式として用いた場合の拡大正面図である。

【符号の説明】

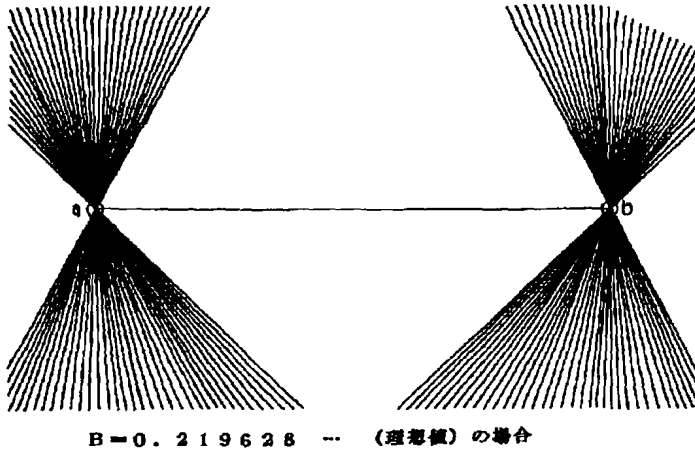
A・B・C バリアピッチ

D サイクル

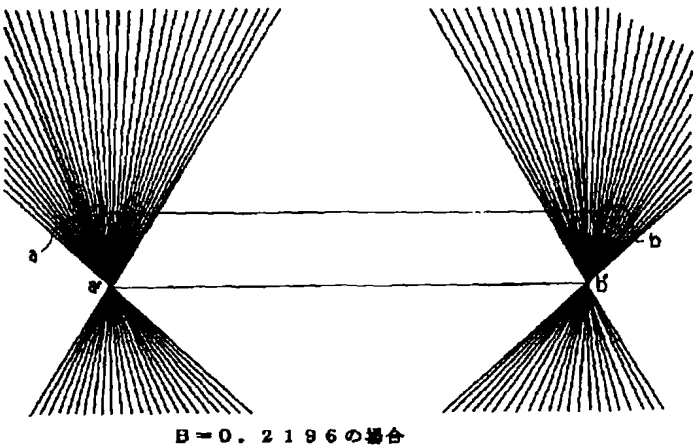
1 バリア

2 バリア

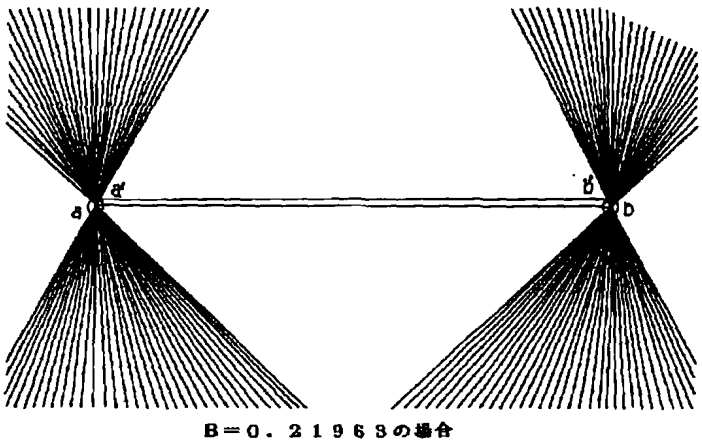
【図 3】



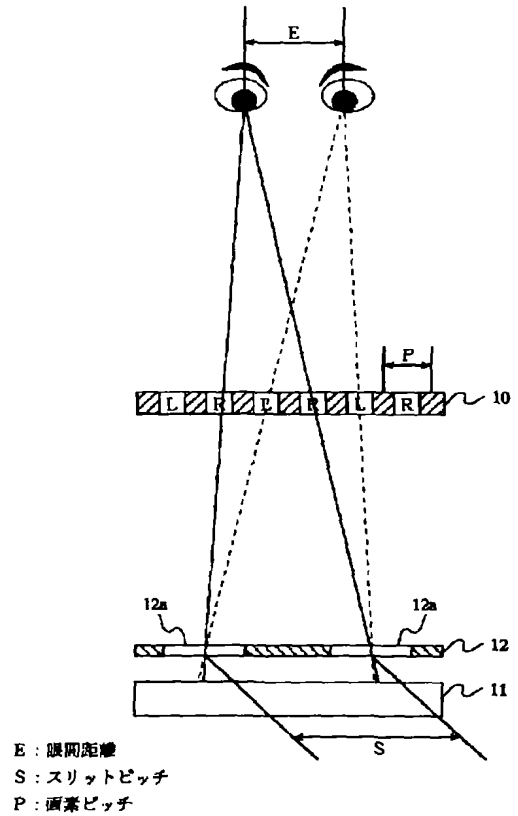
【図 5】



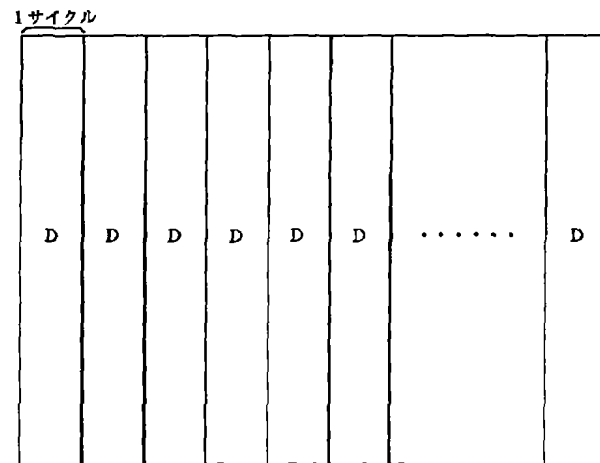
【図 6】



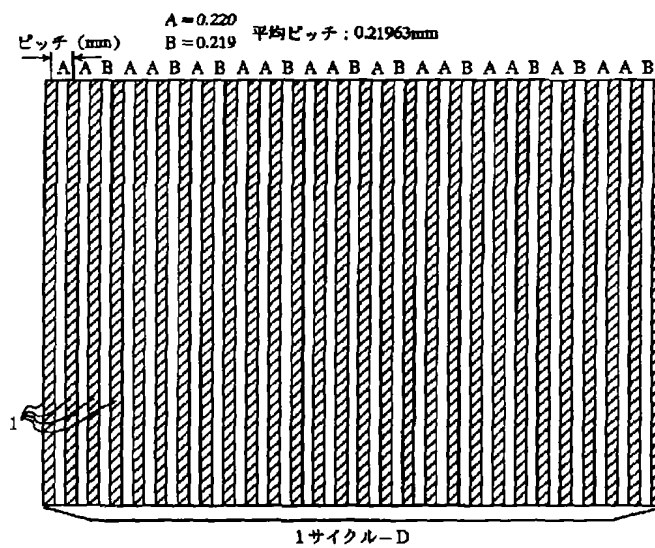
【図 7】



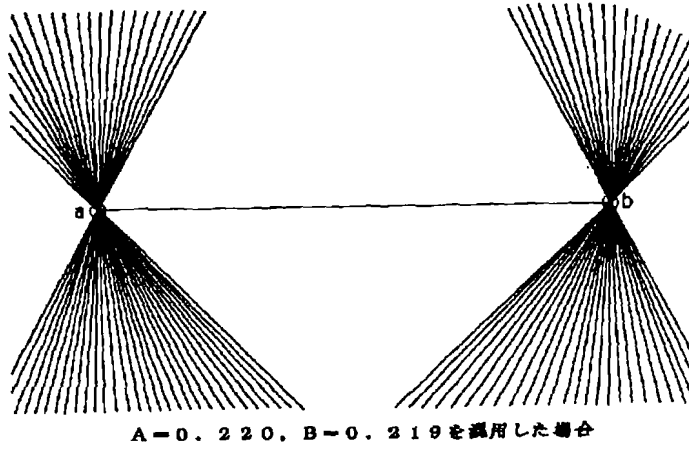
【図 8】



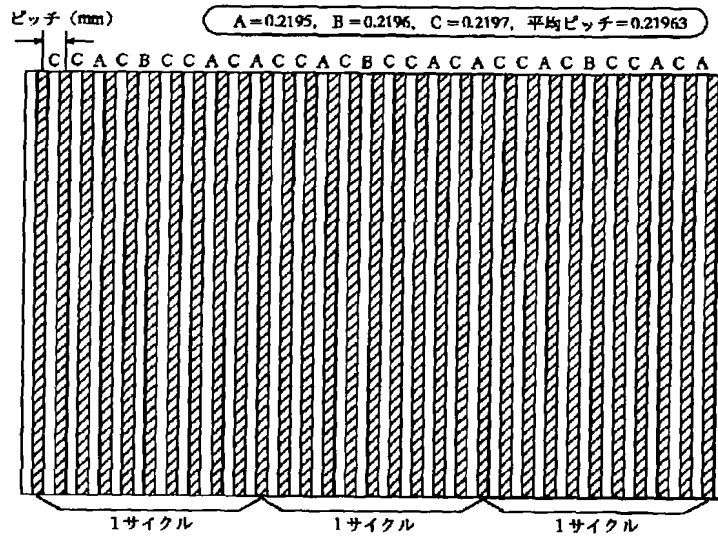
【図 9】



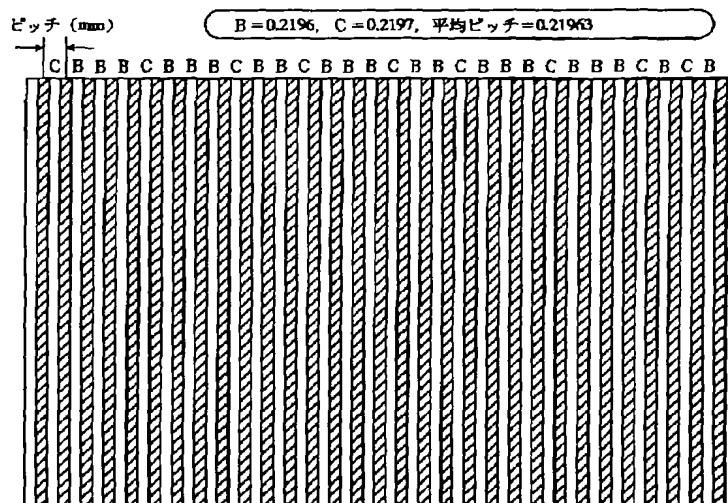
【図10】



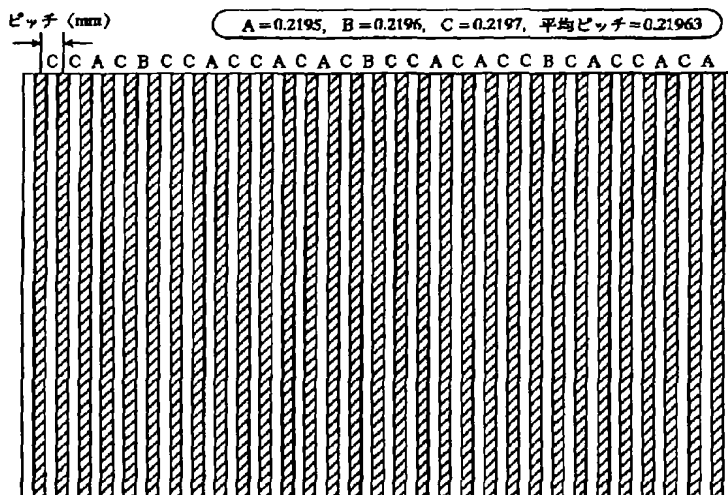
【図11】



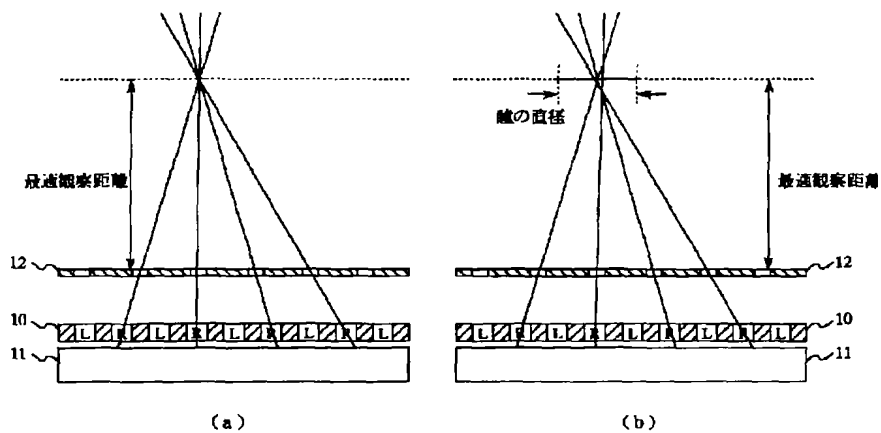
【図 12】



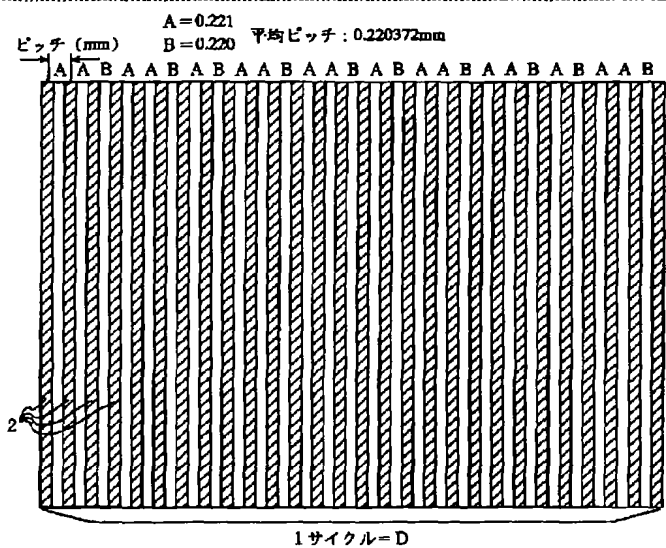
【图 13】



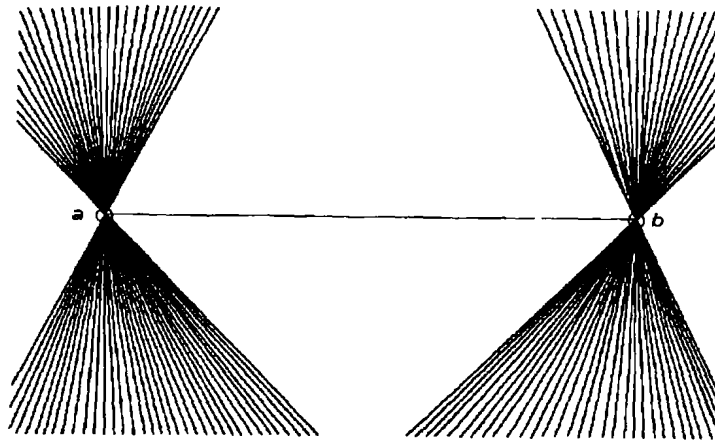
【図 1 4】



【図 1 5】

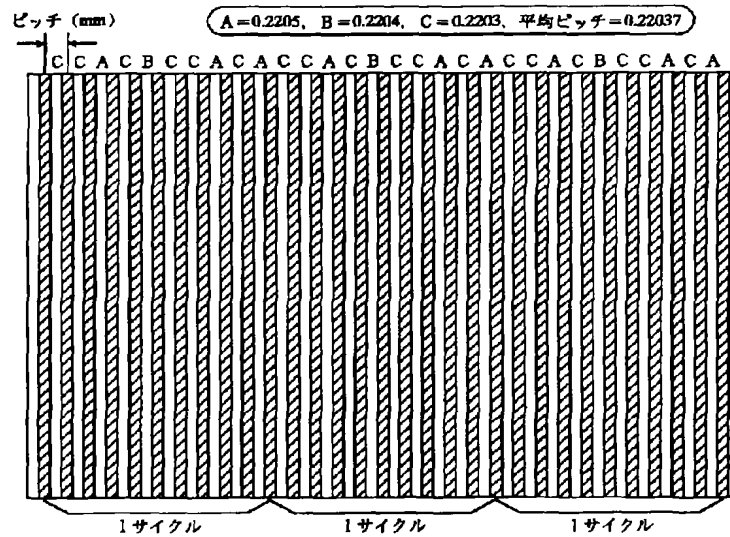


【図 1 6】



A=0.221 B=0.220を混用した場合

【図 1 7】





[illegible]

ピッチ (mm)

$A = 0.2205$ ,  $B = 0.2204$ ,  $C = 0.2203$ , 平均ピッチ = 0.22037

C C A C B C C A C C A C A C B C C A C A C C B C A C C A C A

【補正内容】

【0058】ここで、バリアピッチA・Bの混合割合いを鶴亀算の演算結果(37:63)にすることも可能であるが、この実施例では、平均バリアピッチの理想バリアピッチからの偏差を実質的に無視できる範囲内で、各サイクルDの水平幅を小さくすることによりサイクル数を多くして高画質の立体視を得るために、0.221mmと0.220mmとの2種類のバリアピッチA・BをA:B=10:17で混在させて、平均バリアピッチ0.22037mm、1サイクルの水平長さ5.95mmの光学フィルタを得ているのである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正内容】

【0061】又、上記の実施例においては、照射位置を1μm単位で制御できるレーザ装置を用いる方法でパララックスバリアが形成されているが、照射位置が0.1μm単位で制御できる装置を用いれば、理想値0.220372mmよりも大きい0.2204mmと理想値よりも小さい0.2203mmとの2種類のバリアピッチを18:7の割合でランダムに混ぜて配置することにより、平均バリアピッチ0.220372mmの光学フィルタを製造することも可能である。この場合には、1サイクルの水平長さは5.51mmとなる。印刷技術を用いる場合も同じ様に、0.23mmと0.22mmのバリアピッチを1:26で混ぜれば平均バリアピッチ0.22037mm、1サイクルの水平長さ5.95mmの光学フィルタとなる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正内容】

【0062】図17に示すこの発明の第6の実施例に係る光学フィルタは、全体を縦縞状の複数のサイクルDに分割し、各サイクルDでは3種類のバリアピッチA・B・Cをランダムに混在させたバリア(塗潰部分)1が形成されている。又、各サイクルDの平均バリアピッチは眼間距離E(65mm)及び画素ピッチP(ここでは、0.11mm)から演算された理想バリアピッチB(0.22037mm)となるようにバリア1が形成されている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正内容】

【0063】上記の実施例においては、照射位置が0.1μm単位で制御できる装置を用いて、図17に示すように、1サイクルDあたり理想値0.22037mmよりも大きい0.2205mm(バリアピッチA)、0.2204mm(バリアピッチB)と理想値より小さい0.2203mm(バリアピッチC)との3種類のバリアピッチをランダムに混ぜて、各バリアの本数配置することにより、平均バリアピッチ0.21963mmの光学フィルタを製造することができる。図17に示す実施例においては、3サイクルに対してバリアピッチAの部分が9カ所、バリアピッチBの部分が3カ所、バリアピッチCの部分が18カ所になるようにバリアピッチをランダムに混ぜてバリアを30本配置している。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正内容】

【0064】上記した各実施例は、全体を縦縞状の複数のサイクルDに分割し、各サイクルDでは複数種類のバリアピッチをランダムに混在させたバリアを形成し、各サイクルDの平均バリアピッチを眼間距離E及び画素ピッチPから演算された理想バリアピッチBとなるように形成している。図18及び図19に示す実施例は、全体を縦縞状の複数のサイクルに分割せずに、複数種類のバリアピッチで全体にランダムに混在させたものである。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正内容】

【0071】特に、この発明の光学フィルタにおいて、バリアピッチを10μm単位の精度で形成する場合には、レーザ光線による製法に比べて格段に安価な印刷技術を利用する方法を用いて理想バリアピッチの光学フィルタと同等の機能を有する光学フィルタを作ることができ、コストダウンを図る上で一層有利になる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図14

【補正方法】変更

【補正内容】

【図14】パララックスバリア方式の観察者の瞳への集光の様子を示す説明図であり、(a)は理想のバリアピッチの場合、(b)はこの発明の実施例の場合をそれぞれ示す。

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Publication of Laid-Open Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: No. H08-36145

(43) Date of Publication: February 6, H 8 (1996)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

G02B 27/22

Identification Symbol

JPO File Number

FI

Technical Display Part

Request for Examination: Not Requested

Number of Claims 5

OL

(Total 16 pages)

(21) Patent Application Number: No. H 6-285731

(22) Date of Application: November 18, H 6 (1994)

(31) Priority Application Number: No. H 6-104162

(32) Priority Date: May 18, H 6 (1994)

(33) Priority Country: Japan (JP)

(71) Applicant: 000001889

Sanyo Electric Co., Ltd.

5-5 Keihan-Hondori 2-chome, Moriguchi, Osaka

(72)Inventor: Masutani Takeshi;

c/o Sanyo Electric Co., Ltd.

5-5 Keihan-Hondori 2-chome, Moriguchi, Osaka

(72)Inventor: Hamagishi Goro

c/o Sanyo Electric Co., Ltd.

5-5 Keihan-Hondori 2-chome, Moriguchi, Osaka

(74) Agent: Patent Attorney, Torii Hiroshi

(54) [Title of the Invention] OPTICAL FILTER AND 3D DISPLAY DEVICE  
EMPLOYING OPTICAL FILTER

(57) [Abstract]

[Object]

To provide an optical filter capable of 3D viewing even with small pixel pitch and to provide a directly-viewed glasses-free 3D display device employing the same despite fabrication by using a conventional manufacturing apparatus.

[Constitution]

The whole is divided into a plurality of cycles D having a longitudinally striped shape, a barrier 1 is formed so that average barrier pitches A and B of each cycle D are unequal and the average barrier pitches of each cycle D are an ideal barrier pitch calculated from the distance between the eyes and a pixel pitch.

---

[Scope of Claim for Patent]

[Claim 1]

An optical filter provided a plurality of openings with minute widths arranged in a grid-like pattern, characterized in that the opening is formed so that an opening pitch is unequal and the average of the opening pitch is an ideal value calculated from a distance between the eyes of an observer and a pixel pitch of an image display screen.

[Claim 2]

An optical filter characterized in that the opening pitch is set so that light from the pixel of the image display screen converges into the pupils of an observer.

[Claim 3]

The optical filter according to Claim 1 or 2, characterized in that the whole is divided into a plurality of cycles each having a longitudinally striped shape and the opening pitch of each cycle is unequal.

[Claim 4]

A 3D display device characterized in that the optical filter, according to any one of Claims 1 to 3, is used as a parallax barrier and is positioned on an observer side of a light emitting or transmissive image forming device.

[Claim 5]

A 3D image display device characterized in that the optical filter, according to any one of Claims 1 to 3, is positioned on a light source side of a transmissive image forming device, light from the light source is transmitted through an opening of the optical filter, and light transmitted through a pixel for a left eye of the image forming device and light transmitted through a pixel for a right eye are emitted to the side of an observer in a separated state.

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of Industrial Application]

The present invention relates to an optical filter such as a parallax barrier and a directly-viewed glasses-free 3D display device using the same. The present invention also relates to an optical filter and a 3D display device using the same, which make 3D viewing possible even with a small pixel pitch despite being fabricated by a conventional manufacturing apparatus.

[0002]

[Related Art]

As shown in an explanatory diagram of figure 1, a barrier pitch  $B$  of a parallax barrier to be used in a glasses-free 3D display device can be obtained with a distance between the eyes  $E$  and a pixel pitch  $P$  of an image, according to the following mathematical formula 1.

[0003]

[Formula 1]  $B=2PE/(P+E)$

[0004]

Or conversely, the distance between the eyes can be obtained from the barrier pitch  $B$  and the pixel pitch  $P$  of the image, according to the following mathematical formula 2.

[0005]

[Formula 2]  $E=BP/(2P-B)$

[0006]

The ideal distance between the eyes  $E$  is generally considered to be 65 mm. When the pixel pitch  $P$  of the directly-viewed glasses-free 3D display device is 0.11 mm, the ideal barrier pitch  $B$  is, according to mathematical formula 1, 0.219628...mm. As shown in figure 2, when the pixel pitch is 0.110 mm, the distance between the display and the barrier (air displacement distance) is 0.85 mm, the barrier pitch is 0.219628...mm, a beam in a portion surrounded by dotted lines in the vicinity of right and left convergence points with respect to respective 1000 pixels of right and left is thinned to 1/14 and its distribution is obtained by simulation. Presented are two convergence points, a and b, with a distance of 65 mm which is equal to the ideal distance between the eyes as shown in figure 3.

[0007]

As a method for manufacturing the parallax barrier, there is a method using a laser and a method using a printing technique. A procedure is adopted using the laser method in which a high resolution photosensitive emulsion with a film thickness of 2 to

3 $\mu$ m is spread over a glass substrate, a barrier formation portion is blackened by irradiating it with a laser beam and a non blackened portion of the high resolution photosensitive emulsion is removed. The spot diameter of the above-mentioned laser beam is about 0.002 mm, and its irradiation location can be controlled in 0.001 mm (1 $\mu$ m) or 0.0001 mm (0.1 $\mu$ m) units. The printing technique method uses a similar technique used in the printing of a conductor on printed wiring board and the barrier can be formed with an accuracy of approximately 0.01 mm (10 $\mu$ m).

[0008]

In the case of a projection glasses-free 3D display device, when the projection distance changes, the size of the pixel pitch is adjusted to conform to the barrier pitch; thereby, 3D viewing becomes possible. A parallax barrier manufactured at low cost by a method using printing can be used. On the other hand, in the case of a directly-viewed glasses-free 3D display device, it becomes necessary to have a parallax barrier in which the barrier pitch conforms to the pixel pitch because the pixel pitch is fixed.

[0009]

However, when the directly-viewed glasses-free 3D display device has a small screen, the pixel pitch is small; therefore, a parallax barrier having an ideal barrier pitch is difficult to form.

[0010]

For example, when using a laser method, in the case that the irradiation position is controlled in 1  $\mu$ m units, even if the formation of a parallax barrier having a regular barrier pitch of 0.21963 mm which conforms to the screen having a pixel pitch of 0.11 mm is attempted only a parallax barrier having a barrier pitch of 0.220 mm which is larger than the ideal value, or a parallax barrier having a barrier pitch of 0.219 mm which is smaller than the ideal value can be formed. According to mathematical formula 2, the distance between the eyes E becomes infinite or 24.9 mm when calculated and 3D viewing can not be achieved.

[0011]

In the case that the irradiated location of the laser is controlled in 0.1  $\mu$ m units and the parallax barrier is manufactured, a parallax barrier having a regular barrier pitch of 0.2196 mm as shown in figure 4 can be formed. In this case however, the manufacturing cost of the parallax barrier is considerably high. In addition, the distance between the eyes E calculated according to formula 2 is approximately 60 mm. Moreover, the distribution of the light beam is obtained according to a simulation where the pixel pitch is 0.110 mm, the distance between the screen and the barrier is 0.85 mm,

and the barrier pitch is 0.2196 mm and the light beam is thinned to 1/14 in a portion surrounded by a dotted line in figure 2 in the vicinity of left and right convergence points with respective to 1000 left and right pixels respectively. As shown in figure 5, convergence points, a' and b', were found to be largely misaligned with the ideal convergence points.

[0012]

In addition, if a parallax barrier having a barrier pitch of 0.21963 mm, which is closer to the ideal value, can be formed, the distance between the eyes E back-calculated according to formula 2 becomes 65.3 mm. As shown in figure 6, the convergent points, a' and b', become much closer to the ideal convergent points, a and b. 3D viewing equivalent to a parallax barrier having an ideal barrier pitch becomes visually possible. At the same time, the technique to make such a high definition parallax barrier has not existed so far.

[0013]

Furthermore, as a method for obtaining a stereoscopic image by producing parallax with the same effect as the above mentioned parallax barrier method, a method to change a light source into a slit light source is known. That is to say, it is a method to separate the light entering the left eye and the right eye by the formation of a striped light source. For example, a 3D display device using this method, as shown in figure 7, includes a liquid crystal display device 10 serving as an image display screen, a flat surface light source 11, and an optical filter 12 for obtaining a striped light source. As to the above mentioned liquid crystal display device 10, in the case of a double eye type, horizontal pixels are distributed alternately for a left eye image and a right eye image, and driven by a left eye image signal and a right eye image signal, respectively. Furthermore, the optical filter 12 has a plurality of openings (slits) 12a with microscopic widths which are parallel to the pixel column of the liquid crystal display device and the optical filter 12 is arranged on the side of the flat surface light source 11 irradiated with light, in other words, between the flat surface light source 11 and the liquid crystal display device 10. This optical filter 12 cuts light from the flat surface light source 11 into stripes. In the liquid crystal display device 10, light passing through the left eye pixel (L) only reaches the left eye and light passing the right eye pixel (R) only reaches the right eye, thereby achieving 3D viewing.

[0014]

In the glasses-free 3D display device in which the above mentioned optical filter is placed between the above mentioned light source and liquid crystal display device to obtain a 3D image, as shown in figure 7, a pitch S between slits 12a of the

optical filter 12 can be obtained depending on the distance between the eyes E and the pixel pitch P of the image, according to the following formula 3.

[0015]

[Formula 3]  $S=2PE/(E-P)$

[0016]

Or conversely, the distance between the eyes can be obtained from the pitch S between slits 12a and the pixel pitch P of the image, according to the following mathematical formula 4.

[0017]

[Formula 4]  $E=SP/(S-2P)$

[0018]

As mentioned above, ideally the distance between the eyes is generally 65 mm; when the aforementioned pixel pitch P of the liquid crystal display device 10 is 0.11 mm, the ideal pitch S between slits of the optical filter 12, according to formula 3, becomes 0.220372...mm.

[0019]

Even in this optical filter, as in the above mentioned parallax barrier, the same problem with its formation occurs.

[0020]

[Problems to be Solved by the Invention]

As mentioned above, up to now, it is thought that even if a parallax barrier directly-viewed glasses-free 3D display device which meets the ideal requirements is theoretically possible, it is not practical because of the manufacturing technique and cost.

[0021]

Likewise, it is thought that even if a slit light source directly-viewed glasses-free 3D display device which meets the ideal requirements is also theoretically possible, it is not practical because of the manufacturing technique and cost.

[0022]

This invention has been made in view of the aforementioned problems, and it is an object of the invention to provide an optical filter and a 3D display device using the same, despite being manufactured by the conventional manufacturing apparatus, in which 3D viewing becomes possible even with a small pixel pitch.

[0023]

[Means to Solve the Problem]



To achieve the aforementioned object, an optical filter according to the invention is characterized in that the opening is formed so that an opening pitch is unequal and the average of the opening pitch is an ideal value calculated from a distance between the eyes of an observer and a pixel pitch of an image display screen.

[0024]

Furthermore, the optical filter of the invention is characterized in that the whole is divided into a plurality of cycles each having a longitudinally striped shape and an opening pitch in each cycle is unequal.

[0025]

Moreover, the 3D display device of the invention is characterized by the arrangement of the above-mentioned optical filter, according to the invention, on the front face of the image formation device or between the image formation device and the light source.

[0026]

[Operation]

If an optical filter of the invention is used for the barrier of the parallax barrier method, most of light that penetrates each opening from the pixel of the screen converges at two convergent points with almost the same interval of the ideal distance as in the case of the ideal barrier pitch and can be collected in the pupil of the observer's eye. The variations of the barrier pitch are ignored and 3D is viewed as in the case of employing a parallax barrier with the ideal barrier pitch, when viewed by the naked eye.

[0027]

In the optical filter of the invention, since intervals between the openings, namely, the barrier pitch may be unequal, the barrier pitch which can be formed by the conventional manufacturing apparatus can be mixed.

[0028]

Furthermore, even when an optical filter of the invention, in which the whole is divided into plural cycles of a longitudinal striped shape and the opening pitch in each cycle is formed unequal, is used for the barrier of the parallax barrier method, as in the aforementioned case of the ideal barrier pitch, the light which passes through each opening from the pixels of the screen approximately converges at the two convergent points having almost the same distance as the ideal distance between the eyes. The variation of the barrier pitch within each cycle is unnoticed and 3D viewing is achieved as in the case of employing the parallax barrier of the ideal barrier pitch, when viewed by the naked eye.

[0029]

Additionally, in the abovementioned optical filter, since the interval between the openings within each cycle, namely, the barrier pitch may be unequal, the barrier pitch which can be formed by the conventional manufacturing apparatus, as stated above, can be mixed.

[0030]

Moreover, since the barrier pitch within each cycle may be unequal, the plural types of barrier pitches may exist and the barrier pitches of 3 types or more may be mixed within each cycle. However, for easy control of the manufacturing apparatus, it is desirable to combine two types of pitches, for example, a barrier pitch that can be manufactured larger than but closest to the ideal value and a pitch that can be manufactured smaller than but closest to the ideal value.

[0031]

In the case of mixing two types of barrier pitches in each cycle as described above, the mixture ratio can be easily calculated according to what is referred to as “tsurukamezan”. For example, in a manufacturing method which utilizes a laser and controls the irradiated area in units of  $0.1\ \mu\text{m}$ , by randomly mixing and arranging a barrier pitch of  $0.2197\ \text{mm}$ , which is larger than the ideal value of  $0.219628\ \text{mm}$ , and a barrier pitch of  $0.2196\ \text{mm}$ , which is smaller than the ideal value at a ratio of 7:18, an optical filter used as a parallax barrier having an average barrier pitch of  $0.219628\ \text{mm}$  can be manufactured.

[0032]

Furthermore, depending on the manufacturing method which utilizes a laser and controls the irradiated area in units of  $0.1\ \mu\text{m}$ , by randomly mixing and arranging barrier pitches of  $0.220\ \text{mm}$  and  $0.219\ \text{mm}$  at a suitable ratio (such as 17:10~63:37), a parallax barrier having an average barrier pitch of  $0.21963\ \text{mm}$  can be manufactured. With a manufacturing method using printing, by mixing barrier pitches of  $0.22\ \text{mm}$  and  $0.21\ \text{mm}$  at a ratio of 26:1(~963:37), the average barrier pitch is  $0.21963\ \text{mm}$ .

[0033]

In other words, using the currently used manufacturing apparatus as is, an optical filter which can be used as a parallax barrier having an average barrier pitch equal to the ideal value can be formed. Thus, a directly-viewed 3D display device with a parallax barrier can be obtained without increasing cost.

[0034]

An ideal average barrier pitch can be obtained, as for an optical filter arranged between the light source and the liquid crystal display screen to change the light source into a slit light source, and a directly-viewed 3D display device which uses a slit light

source method can be obtained.

[0035]

[Embodiment]

Hereinafter, an embodiment in which an optical filter of the invention is used as a parallax barrier is specifically described in detail with reference to the attached drawings.

[0036]

As shown in figure 8, the whole of the parallax barrier according to Embodiment 1 of the invention is divided into a plurality of cycles D each having a longitudinally striped shape. As shown in figure 9, a barrier (shaded portion) 1 in which two types of barrier pitches A and B are randomly mixed is formed in each cycle D. Moreover, the barrier pitch 1 is formed so that an average barrier pitch of each cycle D is an ideal barrier pitch B (0.21963 mm) calculated from a distance between eyes E (65 mm) and a pixel pitch P (here, 0.11 mm).

[0037]

The barrier 1 is formed by steps in which a high resolution photosensitive emulsion is spread over a glass substrate with a film thickness of 2 to 3  $\mu\text{m}$ , a barrier formation portion is blackened by irradiation with a laser using the conventional laser apparatus and a non blackened portion of the high resolution photosensitive emulsion is removed. In this formation method, when the irradiation area of the laser beam may be controlled in 0.1  $\mu\text{m}$  units, the barrier 1 can be formed with higher resolution. However, in this embodiment, the irradiation area is controlled in 1  $\mu\text{m}$  units to form the parallax barrier at particularly low cost.

[0038]

There may be plural types of barrier pitches within each cycle D, and three or more types of barrier pitches may be mixed within each cycle. However, in this embodiment, two types of pitches are combined for easy control of the laser apparatus, for example, a barrier pitch A that can be manufactured larger than but closest to the ideal value and a barrier pitch B that can be manufactured smaller than but closest to the ideal value.

[0039]

A mixture ratio thereof, in the case of mixing two types of barrier pitches, A and B in each cycle in this manner, can be easily calculated according to what is referred to as "tsurukamezan". For example, a parallax barrier having an average barrier pitch of 0.21963 mm can be manufactured when barrier pitches A and B of 0.220 mm and 0.219 mm are randomly mixed and arranged with a calculated result of (63:37) or by an

approximate ratio (e.g. 17:10).

[0040]

Here, the mixture ratio of barrier pitches A and B with a calculated result of (63:37) by “tsurukamezan” is also possible. In this embodiment, two types of barrier pitches, A and B, of 0.220 mm and 0.219 mm are mixed at A:B = 17:10 in order to obtain 3D viewing with high resolution by increasing the number of cycles by making the horizontal width of each cycle D smaller, to the extent that the deviation of an average barrier pitch from the ideal barrier pitch can be practically ignored. Thus, a parallax barrier with an average barrier pitch of 0.21963 mm and a horizontal length of 5.93 mm per cycle is obtained.

[0041]

As shown in figure 9, in the parallax barrier in which two types of barrier pitches, A and B, of 0.220 mm and 0.219 mm are randomly mixed at a ratio of 17:10, when the pixel pitch is 0.110 mm and the distance between the screen and the barrier (air displacement distance) is 0.85 mm, the distribution of a beam in the vicinity of right and left convergent points with respect to 1000 right and left pixels respectively when thinned to 1/14 is obtained by simulation. It could be confirmed, as shown in figure 10, that the distance between convergent points a and b is approximately 65 mm and a function similar to a parallax barrier having a regular barrier pitch of an ideal value can be provided.

[0042]

When the parallax barrier is arranged in a location that is 0.85 mm from the screen on the front face of the screen including a liquid crystal panel with a pixel pitch of 0.11 mm and when images having different view points on the right and left are formed on the screen pixel by pixel and are directly-viewed and observed about 502 mm in front of the parallax barrier, a high quality 3D image could be observed.

[0043]

Furthermore, in the aforementioned embodiment, the parallax barrier is formed by a method which employs a laser apparatus that can control the irradiation area in units of 1  $\mu\text{m}$ . When an apparatus that can control the irradiation area in units of 0.1  $\mu\text{m}$  is employed, by randomly mixing and arranging two types of barrier pitches of 0.2197 mm, larger than an ideal value of 0.219628 mm, and 0.2196 mm, smaller than the ideal value at a ratio of 7:18, a parallax barrier with an average barrier pitch of 0.219628 mm can also be manufactured. In this case, the horizontal length of 1 cycle is 5.49 mm. Similarly, also in the case of employing a printing technique, when barrier pitches of 0.22 mm and 0.21 mm are mixed by 26:1, the parallax barrier with an average

barrier pitch of 0.21963 mm and the horizontal length of 1 cycle of 5.93 mm is formed.

[0044]

The whole parallax barrier, according to Embodiment 2 of the invention shown in figure 10, is divided into a plurality of cycles D each having a longitudinally striped shape and a barrier (shaded portion) 1 in which three types of barrier pitches A, B and C are randomly mixed is formed in each cycle D. Moreover, the barrier 1 is formed so that an average barrier pitch of each cycle D is an ideal barrier pitch B (0.21963 mm) calculated from a distance between eyes E (65 mm) and a pixel pitch P (here, 0.11 mm).

[0045]

In the aforementioned embodiment, by employing an apparatus that can control the irradiated area in units of 0.1  $\mu\text{m}$ , as shown in figure 11, three types of barrier pitches, 0.2195 mm (barrier pitch A) and 0.2196 mm (barrier pitch B) smaller than an ideal value of 0.21963 mm, and 0.2197 mm (barrier pitch C) larger than the ideal value, are randomly mixed within each cycle D and arranged as many as the barriers. Accordingly, a parallax barrier can be manufactured with an average barrier pitch of 0.21963 mm. In the embodiment figure 11 shows, barrier pitches are randomly mixed so that the number of the barrier pitch A portion is 9, the number of the barrier pitch B portion is 3, and the number of barrier pitch C portion is 18 to arrange 30 barriers within three cycles.

[0046]

In each of the above-mentioned embodiments, the whole is divided into a plurality of cycles D each having a longitudinally striped shape and in each cycle D, a barrier, in which plural types of barrier pitches are randomly mixed, is formed. It is formed so that the average barrier pitch of each cycle D is the ideal barrier pitch B calculated from the distance between eyes E and the pixel pitch P. In the embodiment shown in figure 12 and figure 13, plural types of barrier pitches are entirely and randomly mixed without dividing the whole into a plurality of cycles each having a longitudinally striped shape.

[0047]

In Embodiment 3 of the invention shown in figure 12, two types of barrier pitches, 0.2196 mm (barrier pitch B) smaller than the ideal value of 0.21963 mm and 0.2197 mm (barrier pitch C) larger than the ideal value are mixed not in a cyclical manner but at random and arranged as many as the barriers. Accordingly, a parallax barrier having an average barrier pitch of 0.21963 mm is formed.

[0048]

In Embodiment 4 of the invention shown in figure 13, three types of barrier pitches, 0.2195 mm (barrier pitch A) and 0.2196 mm (barrier pitch B) smaller than the ideal value of 0.21963 mm, and 0.2197 mm (barrier pitch C) larger than the ideal value are mixed similarly not in a cyclical manner but at random and arranged as many as the barriers. Accordingly, a parallax barrier having an average barrier pitch of 0.21963 mm is formed.

[0049]

Meanwhile, as shown in figure 14(a), in a 3D display device constructed of a liquid crystal display device 10 serving as an image display screen, a flat surface light source 11, and an optical filter (parallax barrier) 12 to separate the left eye image from the right eye image of the liquid crystal display device 10, by making a barrier pitch of the optical filter (parallax barrier) 12 an ideal barrier pitch, a beam from the liquid crystal display device 10 converges at two points with a distance of 65 mm which is equal to the ideal distance between the eyes. However, in order to achieve 3D viewing, it is not necessary for the beam to completely converge at two points. If the barrier pitch of the optical filter 12 is designed so that the beam from the liquid crystal display device 10 enters within the diameter of the pupil, for example, a diameter of 5 mm As shown in figure 14(b), 3D viewing can be obtained. Accordingly, by the design of the barrier pitch to satisfy the following formula 5, the optical filter 12 which can perform 3D viewing can be obtained.

[0050]

[Formula 5]  $X = (A \times m_1 + B \times m_2 + C \times m_3 + \dots N \times m_n) / (m_1 + m_2 + m_3 + \dots m_n)$

Here, A, B, C,...N: barrier pitch

$m_1$ : the number of barriers of barrier pitch A

$m_2$ : the number of barriers of barrier pitch B

.

.

$m_n$ : the number of barriers of barrier pitch N

X = the ideal value of a barrier pitch

[0051]

In this manner, according to the above-mentioned formula 5, by setting each barrier pitch and the number thereof according to the ideal value of a barrier pitch, an optical filter (parallax barrier) which can provide a 3D viewing can be formed.

[0052]

In the aforementioned embodiment, because the optical filter of the invention is used as the parallax barrier, the optical filter is arranged on the front face of the screen

that includes a liquid crystal panel. However, it is also possible to apply this invention to the directly-viewed glasses-free 3D display device in which the optical filter is arranged between the light source and the liquid crystal panel and the light which penetrates the slits of the optical filter and the liquid crystal panel is observed. The optical filter used in the slit light source method can be formed in the same manner as the above-mentioned parallax barrier shown in the figure 8. However, the ideal pitch between the slits varies some from the parallax barrier due to difference in method.

[0053]

As mentioned above, pitch  $S$  between the slits is 0.22037 mm in the optical filter used in the slit light source method. Accordingly, the whole of the optical filter is divided into a plurality of cycles  $D$  each having a longitudinal stripped shape and the barrier may be formed so that when two types of pitches between the slits are randomly mixed in each cycle  $D$ .

[0054]

Similar to the embodiment shown in figure 8, the whole of the optical filter according to Embodiment 5 of the invention is divided into a plurality of cycles  $D$  each having a longitudinal striped shape. As shown in figure 15, a barrier (shaded portion) 2 in which two types of barrier pitches  $A$  and  $B$  are randomly mixed is formed in each cycle  $D$ . Moreover, an average barrier pitch of each cycle  $D$  is determined so as to be the ideal pitch  $S$  between the slits (0.22037 mm) calculated from the distance between eyes  $E$  (65 mm) and the pixel pitch  $P$  (here, 0.11 mm). The barrier 2 is formed according to this barrier pitch.

[0055]

The barrier 2, similar to the aforementioned embodiment, is formed by steps in which a high resolution photosensitive emulsion is spread over a glass substrate with a film thickness of 2 to 3  $\mu\text{m}$ , a barrier formation portion is blackened by irradiation with a laser beam using the conventional laser apparatus and a non blackened portion of the high resolution photosensitive emulsion is removed. In this formation method, when the irradiation area of the laser beam is controlled in 0.1  $\mu\text{m}$  units, the barrier 2 can be formed with higher resolution. However, in this embodiment, the irradiation area is controlled in 1 $\mu\text{m}$  units to form the optical filter at particularly low cost.

[0056]

There may be plural types of barrier pitches within each cycle  $D$ , and three or more types of barrier pitches may be mixed within each cycle. However, in this embodiment, two types of pitches are combined for easy control of the laser apparatus, for example, a barrier pitch  $A$  that can be manufactured larger than but closest to the

ideal value (here, 0.221 mm) and a barrier pitch B smaller than but closest to the ideal value (here, 0.220 mm).

[0057]

The mixture ratio thereof, in the case of mixing two types of barrier pitches, A and B in each cycle in this manner, can be easily calculated according to what is referred to as “tsurukamezan”. For example, an optical filter having an average barrier pitch of 0.22037 mm can be manufactured when barrier pitches A and B of 0.221 mm and 0.220 mm are randomly mixed and arranged with a calculated result of (37:63) or by an approximate ratio (e.g. 10:17).

[0058]

Here, the mixture ratio of barrier pitches A and B with a calculated result of (37:63) by “tsurukamezan” is also possible. In this embodiment, two types of barrier pitches, A and B, of 0.221 mm and 0.221 mm are mixed at A:B = 10:17 in order to obtain 3D viewing with high quality by increasing the number of cycles by making the horizontal width of each cycle D smaller, to the extent that the deviation of an average barrier pitch from the ideal barrier pitch can be practically ignored. Thus, a parallax barrier with an average barrier pitch of 0.22037 mm and a horizontal length of 5.95 mm per cycle is obtained.

[0059]

As shown in figure 15, in the optical filter in which two types of barrier pitches, A and B, of 0.221 mm and 0.220 mm are randomly mixed at a ratio of 10:17, when the pixel pitch is 0.110 mm and the distance between the screen and the barrier (air displacement distance) is 0.85 mm, the distribution of a beam in the vicinity of right and left convergent points with respect to 1000 right and left pixels respectively when thinned to 1/14 is obtained by simulation. It could be confirmed, as shown in figure 16, that the distance between convergent points a and b is approximately 65 mm and a function similar to an optical filter having a regular pitch between slits (barrier pitch) of an ideal value can be provided.

[0060]

When the optical filter is arranged between the liquid crystal panel with a pixel pitch of 0.11 mm and the light source and when images having different view points on the right and left are formed on the screen pixel by pixel and are directly-viewed and observed about 501 mm in front of the liquid crystal panel, a high quality 3D image could be observed.

[0061]

Furthermore, in the aforementioned embodiment, the parallax barrier is formed



by a method which employs a laser apparatus that can control the irradiation area in units of  $1\text{ }\mu\text{m}$ . When an apparatus that can control the irradiation area in units of  $0.1\text{ }\mu\text{m}$  is employed, by randomly mixing and arranging two types of barrier pitches of  $0.2204\text{ mm}$ , larger than an ideal value of  $0.220372\text{ mm}$ , and  $0.2203\text{ mm}$ , smaller than the ideal value at a ratio of 18:7, an optical filter with an average barrier pitch of  $0.223072\text{ mm}$  can also be manufactured. In this case, the horizontal length of 1 cycle is  $5.51\text{ mm}$ . Similarly, also in the case of employing a printing technique, when barrier pitches of  $0.23\text{ mm}$  and  $0.22\text{ mm}$  are mixed by 1:26, the optical filter with an average barrier pitch of  $0.22037\text{ mm}$  and the horizontal length of 1 cycle of  $5.95\text{ mm}$  is formed.

[0062]

The whole optical filter, according to Embodiment 6 of the invention shown in figure 17, is divided into a plurality of cycles C each having a longitudinally striped shape and a barrier (shaded portion) 1 in which 3 types of barrier pitches A, B and C are randomly mixed is formed in each cycle C. Moreover, the barrier 1 is formed so that an average barrier pitch of each cycle C is an ideal barrier pitch B ( $0.22037\text{ mm}$ ) calculated from a distance between eyes E ( $65\text{ mm}$ ) and a pixel pitch P (here,  $0.11\text{ mm}$ ).

[0063]

In the aforementioned embodiment, by employing an apparatus that can control the irradiated area in units of  $0.1\text{ }\mu\text{m}$ , as shown in figure 17, three types of barrier pitches,  $0.2205\text{ mm}$  (barrier pitch A) and  $0.2204\text{ mm}$  (barrier pitch B) larger than an ideal value of  $0.22037\text{ mm}$ , and  $0.2203\text{ mm}$  (barrier pitch C) smaller than the ideal value, are randomly mixed within each cycle C and arranged as many as the barriers. Accordingly, an optical filter can be manufactured with an average barrier pitch of  $0.21963\text{ mm}$ . In the embodiment figure 17 shows, barrier pitches are randomly mixed so that the number of the barrier pitch A portion is 9, the number of the barrier pitch B portion is 3, and the number of barrier pitch C portion is 18 to arrange of 30 barriers within three cycles.

[0064]

In each of the above-mentioned embodiments, the whole is divided into a plurality of cycles C each having a longitudinally striped shape and in each cycle C, a barrier, in which plural types of barrier pitches are randomly mixed, is formed. It is formed so that the average barrier pitch of each cycle C is the ideal barrier pitch B calculated from the distance between eyes E and the pixel pitch P. In the embodiment shown in figure 18 and figure 19, plural types of barrier pitches are entirely and randomly mixed without dividing the whole into a plurality of cycles each having a longitudinally striped shape.

[0065]

In Embodiment 7 shown in figure 18, two types of barrier pitches, 0.2204 mm (barrier pitch B) larger than the ideal value of 0.22037 mm and 0.2203 mm (barrier pitch C) smaller than the ideal value, are mixed not in a cyclical manner but at random and arranged as many as the barriers. Accordingly, a parallax barrier having an average barrier pitch of 0.22037 mm is formed.

[0066]

In Embodiment 8 shown in figure 19, three types of barrier pitches, 0.2205 mm (barrier pitch A) and 0.2204 mm (barrier pitch B) larger than the ideal value of 0.22037 mm and 0.2203 mm (barrier pitch C) smaller than the ideal value, are mixed similarly not in a cyclical manner but at random and arranged as many as the barriers. Accordingly, a parallax barrier having an average barrier pitch of 0.22037 mm is formed.

[0067]

Also in this embodiment, as in the aforementioned, the barrier pitch of the optical filter 12 may be designed so that a beam from the liquid crystal display device 10 enters the diameter of the pupil; accordingly, 3D viewing can be obtained. Therefore, by setting each barrier pitch and the number thereof according to the ideal value of the barrier pitch so as to satisfy the above-mentioned formula 5, an optical filter which can provide 3D viewing can be formed.

[0068]

Moreover, the invention can be applied to not only the case of the optical filter for separating images of two types as mentioned above, but also the case of an optical filter in a multiple eye type glasses-free 3D display device such as for separating images of the three or more types.

[0069]

[Effect of the Invention]

As in to the aforementioned explanation, in the optical filter of the invention, the barrier is formed so that the pitch between the slits, namely, the barrier pitch is unequal and the average barrier pitch is an ideal barrier pitch calculated from the distance between the eyes and the pixel pitch. Light transmitted between each barrier from the pixel of the screen can be collected in the pupils of the observer. Viewed with the naked eye, the variations of the barrier pitch within each cycle is unnoticed and 3D viewing is achieved, as in the case of employing an optical filter with the ideal barrier pitch.

[0070]

Furthermore, the optical filter of the invention may have unequal barrier pitch. Therefore, the barrier pitches which can be formed by the conventional manufacturing apparatus can be mixed, and an optical filter can be made to have a function similar to that of an optical filter having an ideally regular barrier pitch using a method that employs the conventional printing technique or a method that employs the laser beam, which provides a significant advantage in reducing cost.

[0071]

Particularly in the case of forming a barrier pitch with an accuracy of 1  $\mu\text{m}$  units in the optical filter of the invention, an optical filter having a function similar to an optical filter with an ideal barrier pitch can be made using a method that employs a printing technique which is dramatically less expensive compared to a manufacturing method by a laser beam; thus, it is more advantageous for achieving cost reduction.

[0072]

Furthermore, the whole is divided into a plurality of cycles each having a longitudinally striped shape and the barrier is formed so that the pitch between the slits, namely, the barrier pitch in each cycle is unequal and the average barrier pitch of each cycle is an ideal barrier pitch calculated from the distance between the eyes and the pixel pitch. Accordingly, similar to the case of having an ideal barrier pitch, most of the light passed between each barrier from the pixel of the screen converges at the two convergent points having almost the same distance as the ideal distance between the eyes. Viewed with the naked eye, the variations of the barrier pitch within each cycle is unnoticed and 3D viewing is achieved, as in the case of employing an optical filter with the ideal barrier pitch.

[0073]

In the directly-viewed glasses-free 3D display device of the invention, since the above-mentioned optical filter of the invention is arranged in front of or behind the screen, most of the light passing between each barrier from the pixel of the screen, as in the case of an ideal barrier pitch, converges at the two convergent points having almost the same distance as the ideal distance between the eyes. Viewed with the naked eye, the variations of the barrier pitch within each cycle is unnoticed and 3D viewing is achieved, as in the case of employing an optical filter with the ideal barrier pitch.

[0074]

Moreover, since the above mentioned optical filter is made by using a method which employs the conventional printing technique or a method which employs a laser beam, it has an advantage of reducing cost and is more advantageous particularly when the method which employs the printing technique is used. As with the 3D display

device and its optical filter in which the optical filter is arranged between the light source and the image display portion, a similar effect as mentioned above can be achieved.

**[Brief Description of Drawing]**

[Fig. 1] An explanatory diagram showing the relationship of a distance between the eyes, a barrier pitch and a pixel pitch of the parallax barrier method.

[Fig. 2] An explanatory diagram of a simulation obtaining the distribution of a beam in the vicinity of the convergent point.

[Fig. 3] A distribution figure of a beam in the vicinity of the convergent point by a simulation of the case with an ideal value.

[Fig. 4] An enlarged front view of a substantial part of a conventional example.

[Fig. 5] A distribution figure of a beam in the vicinity of the convergent point by a simulation of a conventional example.

[Fig. 6] A distribution figure of a beam in the vicinity of the convergent point by a simulation of the parallax barrier with high accuracy in 0.01  $\mu\text{m}$  units.

[Fig. 7] An explanatory diagram showing the relationship of the distance between the eyes, the slit pitch and the pixel pitch in the case of a method in which the optical filter is arranged between the light source and the image display device.

[Fig. 8] A schematic front view of the invention.

[Fig. 9] An enlarged front view of the case in which the optical filter of this invention is employed as a parallax barrier.

[Fig. 10] A distribution figure of the beam in the vicinity of the convergent point by simulation in the case of using the optical filter of this invention as a parallax barrier.

[Fig. 11] An enlarged front view of the case in which the optical filter of this invention is employed as a parallax barrier.

[Fig. 12] *An enlarged front view of the case in which the optical filter of this invention is employed as a parallax barrier.*

[Fig. 13] An enlarged front view of the case in which the optical filter of this invention is employed as a parallax barrier.

[Fig. 14] Explanatory figures each showing the relationship between the distance between the eyes, the barrier pitch and the pixel pitch of the parallax barrier method, in which (a) shows the case of an ideal barrier pitch and (b) shows the case of the embodiment of the invention.

[Fig. 15] An enlarged front view of the case in which the optical filter of this invention is employed in the slit light source method.

[Fig. 16] A distribution figure of the beam in the vicinity of the convergent point by simulation of the case in which the optical filter of this invention is employed in the slit light source method.

[Fig. 17] An enlarged front view of the case in which the optical filter of this invention is employed in the slit light source method.

[Fig. 18] An enlarged front view of the case in which the optical filter of this invention is employed in the slit light source method.

[Fig. 19] An enlarged front view of the case in which the optical filter of this invention is employed in the slit light source method.

[Explanation of References]

A, B, and C...Barrier Pitch

D...Cycle

1...Barrier

2...Barrier

---

[Amendment]

[Date Submitted] April 14, H 7 (1995)

[Amendment 1]

[Document to be Amended] Specification

[Item to be Amended] 0044

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[0044]

The whole parallax barrier, according to Embodiment 2 of the invention shown in figure 11, is divided into a plurality of cycles D each having a longitudinally striped shape and a barrier (shaded portion) 1 in which three types of barrier pitches A, B and C are randomly mixed is formed in each cycle D. Moreover, the barrier 1 is formed so that an average barrier pitch of each cycle D is an ideal barrier pitch B (0.21963 mm) calculated from a distance between eyes E (65 mm) and a pixel pitch P (here, 0.11 mm).

[Amendment 2]

[Document to be Amended] Specification

[Item to be Amended] 0058

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[0058]

Here, the mixture ratio of barrier pitches A and B with a calculated result of (37:63) by “tsurukamezan” is also possible. In this embodiment, two types of barrier pitches, A and B, of 0.221 mm and 0.220 mm are mixed at A:B = 10:17 in order to obtain 3D viewing with high quality by increasing the number of cycles by making the horizontal width of each cycle D smaller, to the extent that the deviation of an average barrier pitch from the ideal barrier pitch can be practically ignored. Thus, a parallax barrier with an average barrier pitch of 0.22037 mm and a horizontal length of 5.95 mm per cycle is obtained.

[Amendment 3]

[Document to be Amended] Specification

[Item to be Amended] 0061

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[0061]

Furthermore, in the aforementioned embodiment, the parallax barrier is formed by a method which employs a laser apparatus that can control the irradiation area in units of 1  $\mu\text{m}$ . When an apparatus that can control the irradiation area in units of 0.1  $\mu\text{m}$  is employed, by randomly mixing and arranging two types of barrier pitches of 0.2204 mm, larger than an ideal value of 0.220372 mm, and 0.2203 mm, smaller than the ideal value at a ratio of 18:7, an optical filter with an average barrier pitch of 0.220372 mm can also be manufactured. In this case, the horizontal length of 1 cycle is 5.51 mm. Similarly, also in the case of employing a printing technique, when barrier pitches of 0.23 mm and 0.22 mm are mixed by 1:26, the optical filter with an average barrier pitch of 0.22037 mm and the horizontal length of 1 cycle of 5.95 mm is formed.

[Amendment 4]

[Document to be Amended] Specification

[Item to be Amended] 0062

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[0062]

The whole optical filter, according to Embodiment 6 of the invention shown in figure 16, is divided into a plurality of cycles D having longitudinally striped shape and a barrier (shaded portion) 1 in which three types of barrier pitches A, B and C are randomly mixed is formed in each cycle D. Moreover, the barrier 1 is formed so that an average barrier pitch of each cycle D is an ideal barrier pitch B (0.22037 mm) calculated from a distance between eyes E (65 mm) and a pixel pitch P (here, 0.11 mm).

[Amendment 5]

[Document to be Amended] Specification

[Item to be Amended] 0063

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[0063]

In the aforementioned embodiment, by employing an apparatus that can control the irradiated area in units of  $0.1\ \mu\text{m}$ , as shown in figure 17, three types of barrier pitches:  $0.2205\ \text{mm}$  (barrier pitch A),  $0.2204\ \text{mm}$  (barrier pitch B) larger than an ideal value of  $0.22037\ \text{mm}$ , and  $0.2203\ \text{mm}$  (barrier pitch C) smaller than the ideal value are randomly mixed within each cycle D and arranged as many as the barriers. Accordingly, an optical filter can be manufactured with an average barrier pitch of  $0.21963\ \text{mm}$ . In the embodiment figure 17 shows, barrier pitches are randomly mixed so that the number of the barrier pitch A portion is 9, the number of the barrier pitch B portion is 3, and the number of barrier pitch C portion is 18 to arrange of 30 barriers.

[Amendment 6]

[Document to be Amended] Specification

[Item to be Amended] 0064

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[0064]

In each of the above-mentioned embodiments, the whole is divided into a plurality of cycles D each having a longitudinally striped shape and in each cycle D, a barrier, in which plural types of barrier pitches are randomly mixed, is formed. It is formed so that the average barrier pitch of each cycle D is the ideal barrier pitch B calculated from the distance between eyes E and the pixel pitch P. In the embodiment shown in figure 18 and figure 19, plural types of barrier pitches are entirely and randomly mixed without dividing the whole into a plurality of cycles having a longitudinally striped shape.

[Amendment 7]

[Document to be Amended] Specification

[Item to be Amended] 0071

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[0071]

Particularly in the case of forming a barrier pitch with an accuracy of  $10\ \mu\text{m}$

units in the optical filter of the invention, an optical filter having a function similar to an optical filter with an ideal barrier pitch can be made using a method that employs a printing technique which is dramatically less expensive compared to a manufacturing method by a laser beam; thus, it is more advantageous for achieving cost reduction.

[Amendment 7]

[Document to be Amended] Specification

[Item to be Amended] Figure 14

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[Fig. 14] Explanatory figures each showing how the light is collected in the pupil of the observer in the parallax barrier method, in which (a) shows the case with an ideal barrier pitch and (b) shows the case of the embodiment of the invention.